

Stoddart D. Ecology and morphology of Recent coral reefs. «Biol. Rev. Cambridge Philosoph. Soc.», v. 44, No. 4, 1969.
Wiens H. Atoll Environment and Ecology. New Haven and London, Yale University Press, 1962.

Московский государственный
университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
24.X.1978

ON MECHANISM OF CORAL REEFS OUTER SLOPE BUILDING-UP

V. N. KOSMYNIN

Summary

Spurs and channels at reef's outer slope make a natural breakwater which ensures both wave energy dissipation and water exchange at the reef's surface. Successive stages of the spurs formation can be observed at the same locality (as it has been found at Seychelles), which gives evidence on the spurs formation by growth and merging of coral colonies due to prevailing waves. The relief and lower limit of spurs and channels depend on prevailing waves parameters. The spurs formation from the coral colonies growth result in the reef's expansion.

УДК 553.068.5

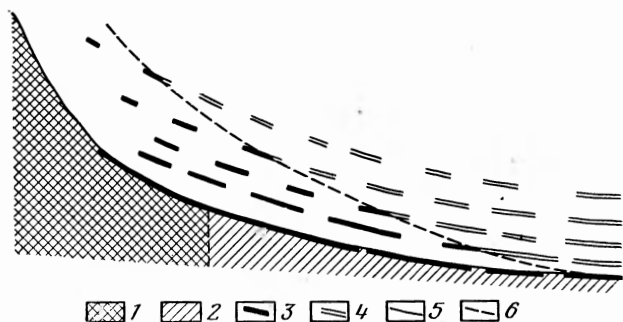
С. С. ОСАДЧИЙ

ЛИНИЯ СНИЖЕНИЯ НИЖНЕГО КРАЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

Как известно, транспортировка полезных ископаемых в россыпях является узловой проблемой в образовании россыпей и в разработке методики поисков россыпных и коренных месторождений — проблемой настолько важной, что она постоянно находится в сфере внимания не только отдельных исследователей, но и целых исследовательских коллективов. Излагаемый в настоящей статье материал представляет собой попытку с помощью геолого-геоморфологических методов способствовать решению этой проблемы. Автором выдвигается понятие «линия снижения нижнего края золотоносных россыпей». Генетическая сущность линии снижения логически вытекает из широко известных представлений о способности свободного золота в россыпях к слабому продольному смещению в процессе трансформации россыпей в масштабах геологического времени. Такая способность золота проявляется прежде всего в россыпях с длительной историей развития в условиях циклически-постоянного (дискретного) врезания рек и подпитки золотом из коренных источников и промежуточных коллекторов.

В условиях длительных неотектонических поднятий либо на поднятых сооружениях типа сводов происходит врезание рек и при благоприятной металлогенической обстановке образование россыпей. Россыпи первого этапа врезания имеют минимальную протяженность и располагаются в непосредственной близости от коренных источников. На следующем этапе врезания речной долины (сети) эти россыпи переотлагаются, частично превращаются в террасовые. Вновь образуемые за счет

террасовых и коренных источников россыпи испытывают некоторую растяжку, величина которой, как и для россыпей первого этапа, зависит от интенсивности поднятий или поднятости свода и эрозивной (транспортующей) способности водных потоков. На последующих этапах врезания растяжка формирующихся новых россыпей увеличивается от вреза к врезу. В результате нижний край наиболее древних (высоких) террасовых россыпей располагается вблизи от коренных источников, а самых молодых (низких) — вдали от них. Промежуточные положения мигрирующего таким образом нижнего края россыпи в целом фиксируются нижними краями террасовых россыпей в диапазоне от самых высоких до самых низких, включая пойменную и русловую. Линия, соединяющая в продольном разрезе нижние края террасовых россыпей, и отражает графически существо «линии снижения». Она пересекает все терра-



Принципиальная схема образования линии снижения нижнего края золотоносных россыпей

1 — коренные источники россыпей золота; 2 — незолотоносные коренные породы; 3 — золотоносные и потенциально золотоносная террасы (фрагменты) и русло; 4 — незолотоносные террасы; 5 — незолотоносное (слабозолотоносное) русло; 6 — линия снижения нижнего края россыпей

совые уровни сверху вниз от места положения верхних (срезанных) частей рудного источника, т. е. переходит с одного уровня террас на другой, более низкий, вниз по долине, ограничивая сверху «линзу» террасовых россыпей (рисунок). В пространстве эта линия представляет собой сложную мнимую плоскость, или, точнее, зону перехода высоких содержания (например, кондиционных) к низким (некондиционным).

Анализ фактического материала по россыпной золотоносности террас и древних россыпей иных морфологических типов показывает, что «формирование» линии снижения может происходить как за счет размыва коренных источников, так и вследствие размыва различных промежуточных коллекторов (более древних россыпей, кор выветривания, аллювиально-пролювиальных моласс и т. п.).

В горных условиях (независимо от того, поднимаются, опускаются или находятся в стабильном положении горы) линия снижения имеет вид пологопадающей вогнутой кривой. Однако характер кривизны и степень крутизны, видимо, должны находиться в тесной зависимости от тектонического режима гор и, что не менее важно, от характера эрозивной деятельности рек. Насколько справедливо это предположение, можно сказать лишь после сопоставления линий по россыпям в разных (по направленности движений) структурно-геоморфологических условиях.

Теоретически возможно существование прямолинейной и выпукловогнутой линии снижения. В областях с резко контрастным типом блоковых движений возможен ломаный тип кривой. Образование ломаной кривой возможно также за счет неравномерного (по скорости) выдвижения нижнего края россыпи на отдельных этапах ее развития, которое может быть обусловлено чисто экзогенными факторами. Поэтому в комплексе с другими методами линию снижения нижнего края россы-

пей, видимо, можно использовать для идентификации неотектонических движений с их определенным типом, а также для восстановления палеогеоморфологических условий россыпеобразования.

Среди исследователей ведется острая дискуссия о том, переносится ли свободное золото в россыпях. Ю. А. Билибиным (1968) движение и дифференциация золота в русле рассматривались с точки зрения его высокой транспортабельной способности. Сейчас этой концепции придерживаются большинство исследователей. Другими исследователями либо признается крайне слабая подвижность золотин, либо отрицается сама возможность переноса их на сколько-нибудь значительные расстояния. При допускаемой некоторыми исследователями неперемещаемости свободного золота в аллювиальных россыпях линия снижения в продольном разрезе россыпей должна представлять собой вертикальную прямую. На наш взгляд, в реальных природных условиях существование такой вертикали невозможно, так как на каждую конкретно существующую в аллювии минеральную частицу воздействуют не водные, а аллювиальные водокаменные потоки с огромной транспортирующей способностью, т. е. сама вероятность образования этой вертикали находится в противоречии с сущностью процессов перемещения твердого вещества на поверхности Земли. Иными словами, свободное золото в аллювиальных россыпеобразующих потоках с учетом фактора времени не может не перемещаться. Вопрос же о дальности перемещения свободного золота в россыпях нельзя решать без учета фактора времени (Лапин, 1965).

С позиций неперемещаемости золота линия снижения не является показателем удлинения россыпей за счет подвижности свободного золота, так как образование вытянутых россыпей каждого в отдельности взятого уровня террас, поймы и русла объясняется в этом случае высвобождением золотин из обломков аллювия в процессе транспортировки последних (Бондаренко, 1957, 1975). Однако помимо приведенных ниже признаков перемещаемости золота в реках наблюдается измельчение гранулометрического состава аллювия от нижних элементов долин (пойм, русел) к более высоким (террасам), что при прочих равных условиях должно указывать на более благоприятные условия высвобождения золотин из галек именно на этапах, соответствующих времени образования террас. И коль скоро на высоких террасах в составе аллювия наблюдается гранулометрически более мелкий материал, чем в поймах и руслах, то это кроме прочих причин логично связывать с более благоприятными условиями разложения обломков руды на древних склонах, т. е. высвобождения значительного количества рудного золота еще в доаллювиальную, склоновую стадию, не говоря уже о высвобождении золота в процессе корообразования (элювиальная стадия). С другой стороны, учитывая процесс концентрации в аллювиальных потоках наиболее устойчивого материала склонов (факт, который сам по себе говорит не в пользу определяющей роли процесса высвобождения золотин из гальки в россыпеобразовании), можно полагать, что высвобождаемость золотин из обломков аллювия при условии укрупнения его среднего гранулометрического состава от древних уровней к молодым должна падать и вместо обогащения металлом в аллювии будет иметь место его рассеяние (Кашменская, 1965). Связывая особенности гранулометрического состава разновозрастного аллювия с высвобождением золотин из его обломков мы должны будем признать, что длина древних террасовых россыпей идентична длине долинных, если не превышает ее. Подобное допущение представляется нелогичным.

Говоря о высвобождении золотин из обломков аллювия в процессе его транспортировки, полностью отрицать подобный механизм обогащения россыпей, безусловно, нельзя. Однако есть все основания рассматривать этот механизм как частное проявление более общего и более сложного процесса россыпеобразования, работающего в основном в

зоне растяжки россыпей со свободным металлом. То же можно сказать и по отношению к вертикальному переотложению золота террас на более низкие уровни: в природных условиях, в том числе при формировании линии снижения, подобное переотложение широко распространено, но оно отражает либо отдельный этап в развитии россыпей (например, переотложение из террасового в русловой аллювий), либо в суммарном виде охватывает процесс переотложения золотин из всех террасовых россыпей при врезании рек. Иными словами, оно отражает лишь одну из множества особенностей, присущих общей закономерности сложного и длительного процесса россыпеобразования к неизбежной растяжкой россыпей от этапа к этапу. Поэтому и линию снижения следует рассматривать в качестве одного из главных «свидетелей» перемещаемости свободного золота в россыпях.

В молодых россыпях сконцентрировано, как правило, золото более древних россыпей. Можно полагать, что несмотря на приуроченность основного количества золота к молодым осадкам (долинных россыпей), последние по отношению к полезному компоненту являются «случайной» все возобновляющейся средой, а сама связь россыпей с этими осадками с историко-геологической точки зрения лишь «фотография» заключительного на данный момент длительного процесса россыпеобразования, далеко еще (в смысле переотложения золота) не законченного. Последнее, безусловно, свидетельствует о достаточно высокой инертности свободных золотин по отношению к аллювию как в более подвижной компоненте, однако не предусматривает их полной неподвижности. Это указывает на длительность образования и развития большинства россыпей, не укладывающуюся в рамки отрезков времени накопления конкретных горизонтов террасового или долинного аллювия (вмещающего россыпи). Поэтому не трудно понять, что подразумевал Ю. А. Билибин (1963) под процессом преобразования «уже готовой россыпи». Это, несомненно, неоднократное переотложение более древних россыпей и неизбежная растяжка россыпи по долине процессами аллювиального мототенеза. В этом, с нашей точки зрения, Ю. А. Билибин был глубоко прав.

Как указывалось выше, характер кривизны и степень крутизны линии снижения зависят от неотектонического режима территории россыпеобразования и эрозионной деятельности рек. Вероятно, в той же степени параметры линии зависят от крупности и удельного веса полезного компонента, поэтому линию снижения можно дифференцировать на бесконечное число составляющих. Для каждого класса крупности россыпного металла можно провести свою «линию снижения». Аналогичным образом дифференцируется «линия снижения» по удельному весу, содержаниям и т. д. Для максимальных значений крупности, удельного веса, содержания и др. она будет иметь наиболее крутое падение, для минимальных — наиболее пологое, вплоть до совпадения линии снижения самых мелких, «свободно переносимых» фракций с продольным профилем террас и врезающегося русла. Каждая из таких линий будет характеризовать степень перемещаемости полезного компонента с развитием россыпи в зависимости от его вышеуказанных характеристик. Совокупность линий снижения по классам крупности, содержаниям, весу и т. п. образует своеобразный «веер рассева» частиц золота в линзе россыпей. Крайней нижней (вблизи источника) линией такого веера является наиболее крутая линия снижения частиц максимальной крупности (веса), а крайней верхней — линия снижения частиц минимального размера (для свободно переносимых плавучих фракций — продольный профиль русла древней реки).

По-видимому, совокупность таких линий снижения («веер») при хорошей сохранности и изученности распределения компонента в террасовых и долинных россыпях мог бы быть естественной номограммой,

по которой в любой точке линзы террасовых россыпей, расположенных в идентичных или близких природных условиях, можно прогнозировать ожидаемые среднюю крупность золота, его содержание и другие параметры.

Видимо, линия снижения может существовать и в россыпях с минералами более легкого удельного веса, чем золото, но необходимым условием для ее формирования должна быть дифференцируемость этих минералов по вертикали мотогенного аллювия.

Наиболее информативным типом кривой для общего анализа россыпей золота оказывается линия, ограничивающая нижние края террасовых россыпей по средним (кондиционным) содержаниям, ибо последние определяют не только само понятие «россыпь» как геолого-экономическую категорию, но и фиксируют роль всего комплекса историко-геологических факторов, обусловивших образование и жизнь россыпи.

Рассматривая связь россыпей с коренными источниками, можно представить себе процесс развития россыпей в геологическом прошлом и прогнозировать его дальнейший ход. При постоянной подпитке россыпи полезным компонентом из коренного источника россыпь будет иметь форму асимметричной линзы, состоящей из кулисообразно расположенных террасовых россыпей. Линза, с одной стороны (вниз по протяженности долин), будет наращаться, с другой (в верховьях рек) — укорачиваться за счет прогрессивного уничтожения террасовых россыпей. Сверху линза ограничена линией снижения, снизу — продольным профилем реки. Верхняя ограничивающая линзу линия является функцией перемещаемости металла, а нижняя, кроме того, — функцией связи россыпи с коренным источником. При полном уничтожении коренных источников (прекращение подпитки) в верхнем конце линзы возможен отрыв верхней части продольного профиля реки (в результате дальнейшего врезания) от общего контура линзы россыпи, «миграция» линзы в пространстве вплоть до полного исчезновения.

Линия снижения апробирована на ряде россыпей. О перемещаемости свободного золота здесь свидетельствует комплекс признаков: уменьшение вниз по протяженности россыпей среднего размера золотинок; исчезновение пиков крупности (в том числе отсутствие самородков) в нижних частях россыпей; отсутствие за пределами рудных зон сростков с кварцем и другими минералами; увеличение вниз по россыпи пластинчатости; увеличение количества «битого» и «гнутого» золота; увеличение степени сортированности, окатанности, пробности; уменьшение интервала дисперсии пробности; уменьшение значений «кочек» (ураганная проб); уменьшение средних концентраций на единицу объема и площади; слабое проникновение в плотик независимо от литологии слагающих его коренных пород; зараженность нормального разреза русловой фации аллювия за пределами рудных зон на всю его мощность окатым (пластинчатым) золотом; увеличение концентраций, крупности золота и мощности продуктивного пласта в нижних частях расширений долин; «деформация» (размыв) продольного контура россыпи (струи) пересекающим ее руслом; увеличение крупности и содержаний вниз по разрезу аллювия; наличие золота в конусах выноса разнопорядковых водотоков; исчезновение «рубашек» вниз по россыпи; отсутствие в зоне растяжки россыпей экзотических форм; наличие «свободно переносимых» фракций; относительно повышенная крупность в головках кос; тесная взаимосвязь автохтонных и аллохтонных россыпей; зависимость крупности металла в разрезе по вертикали от фациально-генетических и гранулометрических особенностей горизонтов; глубокая проработанность большинства рудных зон процессами химического выветривания; разрывы продольных контуров либо чередование богатых и бедных россыпей вдоль долин; струйчатость россыпей в поперечном сечении

(в плане); наличие свободного золота на склонах; наличие «уровней переноса» свободного золота по вертикали мотогенного аллювия (Осадчий, 1976); субселевый характер движения донных наносов в россыпеформирующие паводки; находки идеально окатанных зерен осмистого иридия в золотоносном аллювии на расстоянии не менее 13 км от выхода пластиноносных коренных пород; увеличение длины террасовых россыпей, ограниченных линией снижения и др.

Линия снижения нижнего края россыпей — одно из главных свидетельств перемещаемости золота — позволяет непосредственно измерить величину растяжки золота для отдельного этапа развития россыпей и определить дальность переноса золота за весь период россыпеобразования. Прямым показателем поэтапного удлинения россыпей (перемещаемости свободного золота) является возрастающая по величине разницы суммарных длин смежных (по уровням террас) россыпей. Она в целом невелика (до первых километров), что находится в соответствии с современными представлениями о подвижности свободного золота в россыпях (Дальность..., 1977; Перемещение..., 1977). Суммарная величина переноса свободного золота для условий исследуемого района составляет до нескольких сотен м по вертикали и первых десятков км по горизонтали. Это позволяет говорить о весьма внушительных масштабах трансформации древних (разновозрастных) россыпей.

В результате комплексного изучения геолого-палеогеоморфологических условий россыпеобразования в данном районе удалось проследить этапность и динамику формирования россыпей во времени на фоне развития морфоструктуры. Выделено несколько этапов: 1) мел-палеогеновый — в условиях стабилизации тектонических движений — высвобождение и переход значительной части рудного золота (из поступившего затем в россыпи) в промежуточный коллектор — коры химического выветривания; 2) олигоцен-миоценовый — в условиях интенсивного сводового поднятия и продолжающегося химического выветривания аллювиальное россыпеобразование в пределах рудных зон. Для россыпей этого этапа, по-видимому, была создана линия снижения, которая была «погребена» последовавшим констративным осадконакоплением; 3) плиоцен-среднеэоплейстоценовый — в условиях глубоко расчлененного блокового рельефа аллювиальное россыпеобразование при ослабленном выносе и усиленном накоплении пролювиально-аллювиальных моласс во впадинах и долинах рек (Осадчий, 1977), разубоживание россыпей в осадках повышенной мощности (констративный тип россыпеобразования; 4) верхнеэоплейстоцен-плейстоценовый — на фоне затухающего сводового поднятия — инстративно-перстративное аллювиальное россыпеобразование, переотложение террасовых россыпей, обогащение (подпитка россыпей золотом в основном из моласс) и разубоживание (растяжка россыпей, вынос части металла), формирование новой линии снижения за пределами рудной зоны; 5) голоценовый — дальнейшее затухание сводового поднятия — аллювиальное россыпеобразование, суммарная растяжка россыпей за пределы рудных зон до первых двух десятков км.

Как отмечалось выше, линия снижения пересекает все террасовые уровни. Тем самым она дифференцирует их независимо от их высоты на продуктивные и потенциально продуктивные (ниже линии снижения) и непродуктивные (выше ее). Положение линии снижения определяет общую направленность и некоторые особенности методики поисков террасовых россыпей. Так, при известном положении нижнего края современной (долинной) россыпи и района сноса полезного компонента достаточно, вероятно, пройти несколько поисковых линий между ними (в местах наилучшей сохранности комплекса террас), чтобы определить положение линии снижения. В дальнейшем поиски террасовых россыпей правомерно проводить только на более низких по отношению к «ли-

нии» террасах вниз по долине и на все более высоких — вверх по долине. Поскольку существование линии снижения реально не только для территорий, характеризующихся неотектоническими поднятиями, но и для площадей, испытавших опускание после образования комплекса террас, важным представляется анализ имеющегося фактического материала по хорошо изученным золотороссыпным районам как «открытого» (с террасовыми россыпями выше современного русла), так и «закрытого» (с погребенными террасовыми россыпями) типов. Его цель — «трассирование» линий снижения россыпей в россыпемещающих долинах, корреляция их между собой и т. д. Это может дать новую информацию о распределении россыпей, а при хорошей геоморфологической изученности условий россыпеобразования — немалую экономию средств, затрачиваемых на поиски и разведку террасовых «открытых» и погребенных россыпей, а также способствовать поисковым и разведочным работам на россыпное и рудное золото.

При поисках террасовых россыпей установление положения линии снижения не должно быть основной задачей. Имея в виду даже слабую смещаемость свободного золота в процессе россыпеобразования вниз по долине (конечным выражением чего и является линия), следует обоснованно расширять вертикальный интервал поисков в направлении от нижнего края самой молодой (низкой) россыпи вверх по долине, либо, наоборот, сужать его в обратном направлении (от области питания россыпей коренными источниками вниз). При надлежащем использовании этого положения линия снижения в конечном счете «вырисовывается» автоматически.

Итак, линию снижения мы рассматриваем в качестве важного критерия оценки общих условий процесса россыпеобразования, поэтапной динамики россыпей и масштабов их трансформации. С актуалистических позиций «линия» позволяет представить россыпь как сложное геологическое образование с присущими ему генетическими (аллювиальные, склоновые элювиальные и т. п.), морфологическими (террасовые, долинные, русловые) и динамическими (переотложение на склонах, в руслах и т. д.) состояниями как геологического прошлого, так и настоящего и будущего. В этом определении россыпи как веера пространственно-временного рассева рудного вещества конкретная россыпь занимает место отдельного звена, поддающегося общепринятым определениям в рамках той или иной классификации.

ЛИТЕРАТУРА

- Билибин Ю. А. Избранные труды, т. IV. М., Изд-во АН СССР, 1963.
Бондаренко Н. Г. Некоторые вопросы геологии россыпей. ОТИ Магаданск. СНХ, 1957.
Бондаренко Н. Г. Образование, строение и разведка россыпей. М., «Недра», 1975.
Дальность переноса золота при формировании россыпей. «Сб. научн. трудов». Изд-во Якутского фил. СО АН СССР, 1977.
Кашменская О. В. Геоморфологический анализ при поисках россыпей на примере золотороссыпных районов Колымы и Индигирки. В кн. «Геология россыпей». М., «Наука», 1965.
Лапин С. С. О понятии «россыпь» и возрасте золотых россыпей. В кн. «Геология россыпей». М., «Наука», 1965.
Осадчий С. С. К вопросу о распределении золота в аллювии одного из районов Восточного Саяна. В сб. «Аллювий». Изд-во Пермского ун-та, 1976.
Осадчий С. С. История речных долин северо-восточного склона Восточного Саяна в свете проблемы использования природных ресурсов. В сб. «Речные долины и мелiorация», ч. II. «Материалы XIV пленума Геоморфол. комисс. АН СССР». Новосибирск, 1977.
Перемещение полезных компонентов в долинах. «Сб. научн. трудов». Изд-во Якутского фил. СО АН СССР, 1977.

Summary

A notion «line of gold placers bottom lowering» is introduced, the line being graphical representation of the placers' extension process due to river down-cutting and placers reworking.

УДК 551.435.5 (470.333)

О. М. ПОРОЖНЯКОВА

**РЕЛИКТОВЫЙ КРИОГЕННЫЙ МИКРОРЕЛЬЕФ ЮЖНОЙ ЧАСТИ
БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Концепция о существовании на обширных пространствах Русской равнины реликтовой криогенной морфоскульптуры позволила вскрыть отчетливую связь между ископаемым мерзлотным комплексом и течением современных экзогенных процессов. В частности, была отмечена зависимость заложения начального звена эрозионной сети от пространственного расположения реликтового криогенного микро рельефа, поскольку пониженные зоны микро рельефа при наличии соответствующих уклонов поверхности являются практически сформированными ложбинами стока (Величко, 1964, 1965). В процессе дальнейших исследований была разработана методика количественной оценки потенциальной эрозионной опасности на основе анализа реликтовой криогенной морфоскульптуры (Величко, Порожнякова, 1978).

В настоящей статье рассматриваются некоторые результаты геолого-геоморфологического изучения реликтового мерзлотного микро рельефа. Участок исследований, расположенный в Севском районе Брянской области, находится во втором широтном поясе реликтовой криолитозоны на Русской равнине (Величко, 1965). В его пределах по аэрофотоснимкам отдешифрировано несколько типов реликтового мерзлотного микро рельефа, отличающихся геологическим строением, морфологической выраженностью и рисунком форм в плане. В качестве объекта исследования был выбран полигонально-блочный тип микро рельефа, поскольку, согласно исследованиям В. В. Бердникова (1976), данный тип микро рельефа обладает наиболее четко сохранившимися следами мерзлотных процессов в разрезе. На аэрофотоснимках участка с полигонально-блочным типом микро рельефа, расположенного в пределах второй надпойменной террасы долины р. Сев, хорошо выявляется пятнистость почвенного покрова, возникновение которой обусловлено системой темных полос на более светлом фоне. Блокам соответствуют светлые участки. Размеры блоков колеблются в пределах от 15—20 до 25—30 м, т. е. блоки являются мелко- и среднеполигональными образованиями.

Топографическая съемка участка выявила систему неровностей поверхности в виде пологих повышений и западин диаметром до 40—50 м (рис. 1). Очертания бугров сглажены. Превышения центров бугров над днищами западин колеблются в пределах 1,0—1,2 м. В пределы участка съемки включена территория так называемого «степного блюдца»